

Fakulteten för veterinärmedicin
och husdjursvetenskap
Institutionen för biomedicin och veterinär
folkhälsvetenskap

***Salmonella* hos småfåglar och katter**

Agnes Björnström

*Uppsala
2015*

Kandidatarbete 15 hp inom veterinärprogrammet

Kandidatarbete 2015:22

***Salmonella* hos småfåglar och katter**

***Salmonella* in wild birds and cats**

Agnes Björnström

Handledare: *Susanna Sternberg Lewerin, institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap*

Examinator: *Eva Tydén, institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap*

Kandidatarbete i veterinärmedicin

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: grund nivå, G2E

Kurskod: EX0700

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2015

Serienamn: Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen / Sveriges lantbruksuniversitet,
Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Delnummer i serie: 2015:22

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: *Salmonella, småfåglar, katt*

Key words: *Salmonella, wild birds, cat*

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	1
SUMMARY	2
INLEDNING	3
MATERIAL OCH METODER	3
LITTERATURÖVERSIKT	3
<i>Salmonella</i> spp	3
Biokemiska egenskaper	3
Taxonomi	3
Serotypning	3
Fagtypning	4
Virulensfaktorer	4
Patogenes	5
<i>Salmonella</i> hos småfåglar	5
Fagtyper	6
Kliniska symptom	7
Patologiska och histologiska fynd	7
Smittspridning mellan fåglar	7
<i>Salmonella</i> hos katter	8
Smittspridning mellan fåglar och katter	9
Kliniska symptom	9
Patologiska och histologiska fynd	10
<i>Salmonella</i> Typhimurium	10
DISKUSSION	11
REFERENSLISTA	14

SAMMANFATTNING

Salmonellos hos småfåglar har blivit ett ökande problem de senaste åren och studier har visat att det är den infektionssjukdom som orsakar flest dödsfall bland småfåglar. Salmonellos hos katter är ovanligt men utbrott har satts i samband med infektion hos småfåglar. Denna litteraturstudie tar upp vilka serotyper av *Salmonella* spp. som finns hos småfåglar respektive katter, hur bakterien sprids mellan småfåglar, och från småfåglar till katter samt vad som kännetecknar bakterien.

Den serotyp som sprids mellan småfåglar och orsakar infektion är *Salmonella* Typhimurium och de fagtyper som dominerar är DT40 och DT56. *S. Typhimurium*-isolat från småfåglar har jämförts och visat sig ha en hög genetisk likhet vilket tyder på att det kan ha skett en värdanpassning av dessa hos småfåglar. Sjukdomen uppträder framför allt under vintern då fåglarna samlas runt fågelbord för att hitta mat. Fåglar som är bärare av *Salmonella* spp. kan då sprida bakterien till andra fåglar så att utbrott sker. Finkar verkar vara mer drabbade än andra arter vilket troligen beror på deras födobeteende samt att de är flocklevande. Småfåglar drabbas oftast av subakut septikemisk infektion och nekros i krävan och esophagus är karaktäristiskt för salmonellos hos småfåglar.

Salmonellos hos katter har satts i samband med flera olika serotyper, med *S. Typhimurium* som den mest frekventa. Katter som insjuknat i salmonellos har rapporterats äta småfåglar innan symptom uppstått. *S. Typhimurium*-isolat från sjuka småfåglar och katter har jämförts och visat sig vara genetiskt lika. Katter får gastroenterit, snarare än systemisk infektion, med kliniska symptom som kräkningar, diarré, feber, anorexi och letargi.

Ett samband verkar finnas mellan småfåglars ansamling runt fågelbord och utbrott av salmonellos. Bevis verkar även finnas för att katter kan drabbas av salmonellos genom att fånga och äta sjuka småfåglar. Fler studier behöver dock göras för att undersöka om katterna blir sjuka pga. virulensfaktorer hos de fagtyper som finns hos småfåglar eller på grund av den höga infektionsdos som erhålls när fåglar samlas runt fågelborden och sprider infektionen till varandra.

SUMMARY

Salmonellosis has become an increasing problem in the wild bird population during the past few years and studies have shown that it is the infectious disease causing most deaths among wild birds. Salmonellosis in cats is rare but outbreaks have been associated with infection in wild birds. This literature study discusses the *Salmonella* serotypes that occur in wild birds and cats respectively, how the bacterium is transmitted between wild birds, and between wild birds and cats, and also the characteristics of the bacteria.

The serotype that spreads and causes infection among wild birds is *Salmonella* Typhimurium, with DT40 and DT56 being the dominating phage types. Isolates of *S. Typhimurium* from wild birds have been compared genetically and shown to be highly similar, which suggests host adaptation of these phage types in wild birds. The disease is mostly seen during winter when the birds gather around bird feeders. Birds that are carriers of *Salmonella* spp. may then spread the bacteria to other birds so that outbreaks occur. Finches seem to be more affected than other species which probably is due to their feeding behavior and that they live in flocks. In wild birds, a subacute septicemic infection is most common and necrosis in the crop and esophagus is characteristic for salmonellosis in wild birds.

Salmonellosis in cats has been associated with several *Salmonella* serotypes with *S. Typhimurium* as the predominant one. Cats with salmonellosis have been seen eating wild birds before the onset of clinical symptoms. Isolates of *S. Typhimurium* from sick cats and birds have been compared and shown to be genetically similar. Cats show signs of gastroenteritis rather than systemic disease and clinical symptoms include vomiting, diarrhea, fever, anorexia and lethargy.

There seems to be a connection between birds gathering around bird feeders and outbreaks of salmonellosis in wild birds. There also seems to be evidence for cats getting salmonellosis by catching and eating infected birds. However, more studies are needed to investigate whether the cats get sick because of virulence factors in the phage types circulating among wild birds or because of the high infective dose that arise when birds gather around bird feeders and spread the infection.

INLEDNING

Salmonella spp. finns över hela världen och kan infektera många olika arter, både däggdjur och fåglar. Bakterien finns på många ställen i miljön, bl.a. i jord och vatten, och den främsta källan till miljökontamination är via faeces. Salmonellos kan orsaka allt från subklinisk infektion till akut dödlig septikemi. (Quinn *et al.*, 2011) De senaste årtiondena har prevalensen av *Salmonella* spp. i den vilda fågelpopulationen ökat, troligen som ett resultat av att fler människor matar fåglar vid fågelbord (Tizard, 2004). Utbrott av salmonellos hos småfåglar har satts i samband med ett ökat antal fall av salmonellos hos katter och man tror att katter blir sjuka genom att äta småfåglar infekterade med salmonella (Tauni & Österlund, 2000). Syftet med denna litteraturstudie är att undersöka vilka serotyper av *Salmonella* spp. som finns hos småfåglar respektive katter, hur bakterien sprids mellan småfåglar, och från småfåglar till katter samt vad som kännetecknar bakterien. Genom att studera detta vill jag se om småfåglar utgör en risk för smitta hos katter.

MATERIAL OCH METODER

De databaser som använts är Web of Science, Primo och Google Scholar. Vissa referenser har hittats genom andra artiklars och böckers referenslistor.

De sökord som använts vid litteratursökningen är (Salmonella Typhimurium) AND (wild bird*), (Salmonella spp.) AND (cat* OR feline).

LITTERATURÖVERSIKT

***Salmonella* spp**

Biokemiska egenskaper

Salmonella spp. tillhör familjen *Enterobacteriaceae* som innehåller många bakteriearter. De är gramnegativa stavar som fermenterar glukos men inte laktos och de är oxidasnegativa och katalaspositiva. *Salmonella* spp. är fakultativa anaerober, bildar inte sporer och de flesta är rörliga med peritrika flageller. (Quinn *et al.*, 2011)

Taxonomi

Det taxonomiska systemet för genus *Salmonella* är komplicerat. Systemet består av tre arter: *Salmonella enterica*, *Salmonella bongori* och *Salmonella subterranea* (VetBact, 2013).

Salmonella enterica har delats in i sex underarter (subspecies) där majoriteten av de *Salmonella* bakterier som är viktiga inom veterinärmedicinen tillhör *Salmonella enterica* subspecies *enterica*. Underarterna delas sedan in i serotyper t.ex. *Salmonella enterica* subspecies *enterica* serotyp Typhimurium. (Quinn *et al.*, 2011)

Serotypning

Genus *Salmonella* består av mer än 2500 serotyper och förekommer världen över.

Serotypning baseras på ett system utformat av Kaufmann och White där O- och H-antigen identifieras. (Quinn *et al.*, 2011)

De somatiska antigenen, även kallade O-antigen, är polysackarid-antigen och finns i bakteriens cellmembran. H-antigenen finns på bakteriens flageller och förekommer i två faser beroende på i vilken grad de uttrycks. Antigenen identifieras genom agglutination med ett specifikt antisera. Kombinationen av de identifierade O- och H-antigenen ger den antigena profilen och salmonellastammen kan där igenom typas och namnges. (Jones *et al.*, 2000)

Fagtypning

Fagtypning används för att identifiera olika isolat av salmonella med specifika särdrag (Quinn *et al.*, 2011). Det sker genom utvärdering av olika isolats känslighet eller resistens mot utvalda bakteriofager då de enskilda isolaten infekteras med dessa. Typning görs genom bedömning av de olika graderna av lys som uppstår. (Jones *et al.*, 2000)

Fagtypning är viktigt för epidemiologiska studier och för spårning av källan till sjukdomsutbrott (Libby *et al.*, 2004).

Virulensfaktorer

Patogenicitetsöar

Salmonellas patogenicitetsöar (SPI) är gensegment i bakteriernas kromosomer. SPI kan överföras mellan bakterier genom horisontell genöverföring vilket gör att bakterierna kan förvärva virulensfaktorer från andra bakteriearter. (Hensel *et al.*, 2004)

Flera olika SPI finns beskrivna kodande för olika virulensfaktorer viktiga för bakteriens överlevnad och spridning i värdjuret. Olika serotyper har olika antal SPI. (Quinn *et al.*, 2011)

Det finns två typ III sekretionssystem (TTSS) som kodas för på två olika SPI där det ena är viktigt för invasion av värdcellen och det andra för den systemiska spridningen (Galàn *et al.*, 2001). Systemen medierar överföring av proteiner från bakterien in i värdcellen där de påverkar cellens funktioner (Galàn *et al.*, 2001). Proteinerna förändrar bl.a. aktinet i värdcellens cytoskelett vilket underlättar för bakterien att ta sig in i icke-fagocyterande celler i tarmepitelet (Marcus *et al.*, 2000). Vissa av proteinerna som överförs med TTSS förändrar jonbalansen i cellerna medan andra rekryterar neutrofiler vilket leder till inflammation, som tillsammans med en förändrad jonbalans orsakar diarré (Quinn *et al.*, 2011). Andra virulensfaktorer som kodas för i SPI är viktiga för bakteriens överlevnad i makrofager (Marcus *et al.*, 2000), vilket har betydelse för utveckling av systemisk sjukdom (Quinn *et al.*, 2011).

Plasmider

Många av virulensfaktorerna hos *Salmonella* spp. finns i plasmider. Plasmider är självreplikerande, små runda delar av DNA separerade från kromosomen. Kopior av plasmider kan överföras mellan celler som då förvärvar nya egenskaper. (Quinn *et al.*, 2011)

LPS

Bakteriens yttre cellmembran utgörs av lipopolysackarider (LPS). LPS ger upphov till de endotoxiska effekterna vid salmonellainfektion, vilket kan bidra till den lokala inflammationen i tarmen och resultera i diarré. LPS medierar också den endotoxiska chock som kan uppstå vid

septikemisk salmonellos. Långa kedjor av LPS hindrar det komplex som aktiveras genom komplementsystemet från att interagera med och skada bakteriens cellmembran. (Quinn *et al.*, 2011)

Fimbrier

Fimbrier eller pili är proteinstrukturer på bakteriens yta vars funktion är att möjliggöra kolonisation genom att fästa till receptorer i tunntarmsepitelet hos värdjuret. Olika typer av fimbrier kan binda till olika receptorer (Thorns & Woodward, 2000). Det finns även en speciell typ av fimbrier, F-pili, som överför DNA från en donatorcell till en mottagarcell (Quinn *et al.*, 2011).

Flageller

Bakterier som har flageller, bestående av proteinet flagellin, är rörliga. Detta möjliggör att bakterien kan röra sig mot lämpliga miljöer som svar på fysiska eller kemiska stimuli. (Quinn *et al.*, 2011)

Patogenes

Den vanligaste infektionsvägen för *Salmonella* spp. är via munnen. Bakterien måste sedan överleva det låga pH:t i magsäcken för att ta sig vidare till tarmen. (Libby *et al.*, 2004) Bakterien invaderar cellerna i tarmslemhinnan och förökar sig sedan i den lymfoida vävnaden i tarmen, GALT (gut-associated lymphoid tissue). Bakterierna tar sig till regionala lymfknotor där makrofager utgör en barriär för vidare spridning. Om makrofagerna hindrar spridningen av bakterien begränsas infektionen till tarmen och GALT. Om de inte lyckas hindra spridningen kan bakterien orsaka systemisk sjukdom genom att spridas från GALT via lymfkärlen till vena cava. Kapillärerna i lever och mjälte fungerar som ett effektivt filtreringssystem vilket koncentrerar bakterierna i dessa organ. (Bäumler *et al.*, 2000)

Det som avgör den kliniska utgången av infektionen är infektionsdosen, virulensen hos den serotyp man infekteras med och känsligheten hos värden, som beror på ålder, immunologisk status och genetiska egenskaper (Quinn *et al.*, 2011).

Salmonella hos småfåglar

Salmonella enterica serotyp Typhimurium (*S. Typhimurium*) är ett vanligt förekommande fynd i tarmen hos vilda fåglar (Tizard, 2004). Prevalensen av *Salmonella* spp. hos friska småfåglar är låg (Tizard, 2004) men det har visat sig att upp till 15% av friska gråsparvar kan bära på *S. Typhimurium* (Tizard *et al.*, 1979). Inte alla infekterade fåglar utvecklar klinisk sjukdom och kliniskt friska bärare av salmonella misstänks spela en roll i överföringen av bakterien och tros utgöra en viktig källa för spridning av infektionen till andra fåglar (Giovannini *et al.*, 2013).

Nyligen gjorda studier tyder på att salmonellos är den infektionssjukdom som orsakar flest dödsfall hos småfåglar (Lawson *et al.*, 2010; Horton *et al.*, 2013) och flera studier visar att *S. Typhimurium* är den serotyp som dominerar (Refsum *et al.*, 2003; Hughes *et al.*, 2008; Pennycott *et al.*, 2010; Giovannini *et al.*, 2013). Vissa småfågelarter har minskat i antal de senaste åren och salmonellos misstänks ha en roll i minskningen (Pennycott *et al.*, 2006).

Hos småfåglar uppträder salmonellos framför allt runt fågelbord under vintern vilket visades av Refsum *et al.* (2002) som isolerade *Salmonella* spp. från 441 småfåglar i Norge varav majoriteten hittades döda runt fågelbord och där alla isolat visade sig tillhöra *S. Typhimurium*.

S. Typhimurium har även påvisats hos småfåglar i Storbritannien (Pennycott *et al.*, 2006), Nya Zeeland (Connolly *et al.*, 2006) och USA (Hernandez *et al.*, 2012).

Frötande tättingar är de fåglar som oftast rapporteras vara drabbade av salmonellos (Refsum *et al.*, 2002; Lawson *et al.*, 2010). I Storbritannien är grönfink, gråsparv och bofink de arter som mest frekvent rapporteras med sjukdomen (Lawson *et al.*, 2010; Pennycott *et al.*, 2010) och i Norge är det framför allt finkar såsom domherre, grönfink, grönsiska och gråsiska som oftast drabbas (Refsum *et al.*, 2002). I en studie av Refsum *et al.* (2003) hittades inga bärare av salmonellabakterier bland de 485 mesar som undersöktes vilket stödjer hypotesen att mesar är mindre exponerade för bakterien.

Fagtyper

Flera studier har undersökt vilka fagtyper av *S. Typhimurium* som cirkulerar hos vilda fåglar. I en studie i Storbritannien användes pulsfältgelelektrofores (PFGE) för att jämföra *S. Typhimurium* isolat från småfåglar insamlade mellan 1999 och 2007. De två vanligaste fagtyperna var DT40 och DT56 och det fanns också en hög grad av genetisk likhet mellan majoriteten av isolaten. Resultatet stödjer den allmänna åsikten att det i Storbritannien finns två värdanpassade *Salmonella* serotyper, dvs. *S. Typhimurium* DT40 och DT56, hos småfåglar och att reservoaren för infektion upprätthålls inom den vilda fågelpopulationen. Fagtyperna hittas framför allt hos de småfåglar som besöker fågelbord. (Lawson *et al.*, 2011)

Resultat från en liknande studie i Norge indikerar också att det finns ett nära genetiskt släktskap mellan *S. Typhimurium* isolat från fåglar (Refsum *et al.*, 2002).

Lawson *et al.* (2010) undersökte frekvensen av salmonellos hos småfåglar inskickade av allmänheten för postmortem undersökning mellan åren 1993 och 2003 i Wales och England. Av 157 salmonellaisolat identifierades 145 som *S. Typhimurium* och 90% av dessa tillhörde tre fagtyper; DT40, DT56 och DT160 där DT40 var den vanligaste (54%).

År 2000 rapporterades dödsfall bland gråsparvar orsakade av *S. Typhimurium* DT 160 på Nya Zeeland. Connolly *et al.* (2006) inokulerade friska gråsparvar med ett isolat av *S. Typhimurium* DT 160 från en naturligt infekterad gråsparv med syftet att undersöka infektionsdos, inkubationstid och tid innan utsöndring av bakterier startade. Resultatet visade att mortaliteten hos de inokulerade gråsparvarna var dosberoende. Alla sex sparvar som fick den högsta dosen dog av infektionen inom de 10 dagar som studien pågick och tre av dem dog plötsligt utan att visa kliniska symptom. Även utsöndring av bakterier i avföringen var dosberoende där de fåglar som fick den högsta och den näst högsta dosen utsöndrade bakterier varje dag fram tills de dog av infektionen eller avlivades vid studiens slut. Fåglar som fick en lägre dos utsöndrade bakterier via avföringen men de förblev asymtomatiska under studiens gång och verkade kunna flyga vilket tyder på att de förmodligen skulle varit potentiella smittspridare om de levde i det vilda. (Connolly *et al.*, 2006)

Kliniska symptom

Småfåglar infekterade med salmonella är i dålig kondition med atrofi av bröstmuskulaturen och med avsaknad av synligt fett (Giovannini *et al.*, 2013).

Lite fett och låg kroppsvikt är viktiga indikatorer för upptäckt av långt gången infektion hos salmonellapositiva fåglar ute i naturen. Ett av de kliniska symptomen vid salmonellos är förändringar i esophagus och krävan vilket gör det svårt för fåglarna att svälja. Det leder till viktninskning då fågeln måste använda sina upplagrade energireserver; först fett sedan muskler. (Grant *et al.*, 2007) Drabbade fåglar är obenägna att flyga, verkar förvirrade och de utvecklar inte diarré (Tizard, 2004).

Hos småfåglar orsakar *S. Typhimurium* oftast subakut septikemisk infektion vilket visats i studier där bakterien isolerats från flera organ med framträdande förändringar. Fynd av en stor mängd debris av inflammatoriska och parenkymala celler i de påverkade organen tyder också på subakut infektion. (Daoust *et al.*, 2000)

Refsum *et al.* (2003) isolerade *S. Typhimurium* från lungor, lever, tarmar och blod från hjärtat hos 115 av 123 salmonellapositiva fåglar. Författarna hittade dock ett antal fåglar utan stora synliga förändringar där infektionen karaktäriserades av akut nekros i organen vilket visar att sjukdomsförloppet också kan vara akut eller perakut hos vissa fåglar.

Patologiska och histologiska fynd

De vanligaste fynden är multifokala ljusa noduli spridda i esophagus och krävan (Giovannini *et al.*, 2013).

Nekros i väggen i esophagus och krävan är också vanliga fynd samt spridd nekros på ytan av levern och mjälten. Nekros i magsäcken och tarmväggen är mindre vanligt men kan hittas. (Refsum *et al.*, 2003)

Histologiskt såg Refsum *et al.* (2003) att nekrosen i krävan och esophagus påverkade hela mukosan och ofta även submukosan och lamina muskularis. De nekrotiska områdena utgjordes av fibrin, debris, heterofila- och mononukleära inflammatoriska celler och stora mängder av gramnegativa bakterier. Nekrosen i magsäcken och tarmen liknade den i krävan och esophagus men var inte lika omfattande. I levern och mjälten sågs utbredd nekros med ansamling av inflammatoriska celler och gramnegativa bakterier men även små områden med akut nekros utan inflammatoriska celler. Aggregat av gramnegativa bakterier hittades lokaliserade i kärl i lungor, njurar och myokard. (Refsum *et al.*, 2003)

Smittspridning mellan fåglar

Sjuka och döda fåglar observeras huvudsakligen från november till juni med en topp under vintermånaderna, december till februari (Refsum *et al.*, 2002; Lawson *et al.*, 2010). Januari är den månad då det setts en topp i antalet fåglar som hittats döda med salmonellos (Lawson *et al.*, 2010).

Under vintern är tillgången på föda sämre vilket leder till en ökad ansamling av fåglar runt fågelbord. Ansamlingen resulterar i en ökad mängd avföring på och runt fågelborden. (Giovannini *et al.*, 2013)

Fåglar infekterade med salmonella utsöndrar bakterier i avföringen (Tizard, 2004) och när de äter vid fågelbord blir det en plats med ökad risk för exponering av *Salmonella* spp. för andra fåglar (Giovannini *et al.*, 2013).

Fåglarna matas vanligtvis med solrosfrön. Detta ökar risken för salmonellainfektion eftersom fåglarna ofta sprätter ner fröna på marken där de lätt kan kontamineras av avföring. Fågelmaten ges på olika sätt; upphängd eller i upphängda utfodrare, i fågelbord eller på marken. Olika fåglar har olika födosöksbeteende vid utfodringsplatser vilket kan påverka exponering för bakterien. Flocklevande arter som finkar, siskor och sparvar letar ofta föda på marken som kan vara kontaminerad av avföring från infekterade fåglar. De stannar ofta längre vid platsen för utfodring och löper då en större risk att infekteras. Mesar plockar vanligtvis föda som är upphängd eller som finns i upphängda utfodrare och flyger sedan iväg för att äta någon annanstans. Hur fåglarna äter frön verkar också ha betydelse. Finkar och siskor kan hålla flera frön i näbben och skala dem en i taget medan mesar pickar på fröna som de håller mellan fötterna. Det medför att finkar kan bli mer exponerade för kontaminerade skal än andra arter. (Refsum *et al.*, 2003)

Föda lagras i krävan när muskelmagen är full vilket ger möjlighet för bakterien att invadera krävans slemhinna. Finkar som stannar länge på utfodringsplatsen fyller snabbt upp krävan vilket medför större risk för bakterieinvasion av slemhinnan. Mesar som griper föda och sedan äter den någon annanstans får ett långsammare intag vilket gör att de löper mindre risk att infekteras då mindre föda hamnar i krävan. (Refsum *et al.*, 2003)

I studien av Refsum *et al.* (2003) gjordes en uppföljning av två utfodringsplatser där mer än ett utbrott av salmonellos hade rapporterats under de senaste åren. *S. Typhimurium* isolerades både från rester av föda och från jord vilket tyder på att bakterien kan överleva från ett år till ett annat och eventuellt orsaka ny infektion hos fåglar. Inga data fanns dock hur lång tid efter utbrottet uppföljningen gjordes eller om platsen fortfarande användes som en utfodringsplats.

Salmonella hos katter

Salmonella spp. är ovanligt hos katter, andelen katter som bär på bakterien kan vara så låg som 1% (Hill *et al.*, 2000). Infektionen är oftast asymtomatisk med intermittent utsöndring av bakterier i avföringen. Smittspridning sker direkt eller indirekt genom fekal-oral överföring. (Carter & Quinn, 2000) Det anses att friska vuxna karnivorer är naturligt resistenta mot salmonellos (Quinn *et al.*, 2011).

Salmonellos hos katter har satts i samband med flera olika serotyper där *S. Typhimurium* är den mest frekventa (Tauni & Österlund, 2000; Philbey *et al.*, 2008, 2009; Giovannini *et al.*, 2013). Philbey *et al.* (2009) karakteriserade salmonellaisolat från 100 katter under åren 1955-2007 där den mest frekventa serotypen var *S. Typhimurium*.

Inga värdanpassade serotyper finns beskrivna hos katter (Carter & Quinn, 2000).

Smittspridning mellan fåglar och katter

Det finns ett flertal rapporter om sporadiska utbrott av salmonellos hos husdjur, framför allt hos katter, troligen associerade med salmonellainfektioner hos vilda fåglar (Tauni & Österlund, 2000; Refsum *et al.*, 2002; Pennycott *et al.*, 2006; Philbey *et al.*, 2008; Taylor & Philbey, 2010).

I februari 1999 sågs en tydlig ökning av fall av katter som insjuknade med symptom överensstämmande med salmonellos i Karlstad, Värmland. I många av fallen rapporterade djurägarna att deras katt ätit småfåglar 1 till 2 dagar innan de kliniska symptomen uppstod. Samtidigt inkom rapporter om sjuka och döda fåglar i trädgårdar runt om i Värmland. Prov från fåglarna visade att de bar på *S. Typhimurium*. Även några av de sjuka katterna provtogs och 20 av 25 var positiva för *S. Typhimurium*. Av de 20 isolaten var 8 fagtyp 40 medan de resterande inte kunde typas. Alla katter i studien var utekatter och författarna menar att det troligen fanns ett samband mellan de sjuka småfåglarna och katterna då sjuka och döende fåglar är ett lätt byte för katter. (Tauni & Österlund, 2000)

Ett liknande utbrott rapporterades i Schweiz 2010 där ett ökat antal katter med symptom på salmonellos inkom till en veterinärklinik samtidigt som småfåglar dog i olika områden i landet. Åtta katter inkluderades i studien och analys av rektalprov visade att alla testade katter bar på *S. Typhimurium* vilket även hittades hos de undersökta småfåglarna. Analys genom PFGE visade att mönstret från den dominerande *S. Typhimurium* hos katterna inte kunde skiljas från de isolat som påträffats hos fåglarna. (Giovannini *et al.*, 2013)

Även Refsum *et al.* (2002) fick identiska PFGE mönster när de jämförde isolat från katter och småfåglar i Norge.

I Storbritannien gjordes en jämförelse av övervakningsdata från den årliga frekvensen av *S. Typhimurium*-isolat från vilda fåglar mellan 2002 och 2010 med frekvensen av salmonellainfektion hos husdjur under samma period visade att prevalensen av salmonellainfektioner hos husdjur kan påverkas av förekomsten av infektion hos vilda fåglar samt att vissa stammar av *S. Typhimurium* verkar vara gemensamma mellan vilda fåglar och husdjur. (Horton *et al.*, 2013)

I en studie i Skottland av Taylor *et al.* (2010) observerades sjuka fåglar runt fågelbord i två intilliggande trädgårdar under december-februari. Två katter boende i området fångade och åt dessa fåglar och *S. Typhimurium* DT 40 kunde sedan isoleras från både katterna och fåglarna vilket visar att katter kan infekteras genom att fånga och äta småfåglar runt fågelbord. Katterna var dock kliniskt friska.

I en annan studie i Storbritannien isolerades *S. Typhimurium* DT40 och DT56 från avföringsprov eller tarminnehåll hos nio katter med tarmsjukdom där alla katterna hade setts jaga småfåglar (Philbey *et al.*, 2008).

Kliniska symptom

De kliniska symptom som rapporterats hos katter infekterade med *Salmonella* spp. är kräkningar, diarré, feber, anorexi och letargi. Vissa katter uppvisar även buksmärta vid palpering. (Tauni & Österlund, 2000)

Symptomen kan bestå i olika långa perioder, från 36 timmar upp till tre veckor har rapporterats (Philbey *et al.*, 2008). Katter kan även vara bärare av salmonella utan att visa kliniska symptom (Polpakdee *et al.*, 2012).

Klinisk salmonellos är ovanligt hos katter, men unga individer och djur med nedsatt allmäntillstånd är extra känsliga (Carter & Quinn, 2000). Barrs *et al.* (1999) beskriver ett fall där en kattunge hade samtidig infektion med *S. Typhimurium* och *Aelurostrongylus abstrusus*. En annan fallrapport beskriver en vuxen katt med salmonellos och lymfosarkom, där författarna tror att katten bar på salmonella och att lymfosarkomet predisponerade katten för sepsis genom en minskad cellmedierad immunitet (Bhaiyat *et al.*, 2009).

Patologiska och histologiska fynd

En av nio katter i en undersökning av Philbey *et al.* (2008) dog innan behandling kunde sättas in och en postmortem undersökning gjordes. Delar av jejunum och ileum var dilaterade och förtjockade och histologiskt sågs att slemhinnan i ileum var eroderad och nekrotisk med förstörda villi och kryptor. I tarmlumen fanns exsudat med neutrofiler och nekrotiskt cellulärt debris och lamina propria var infiltrerad med neutrofiler och makrofager. Bakterier fanns i tarmslemhinnan mot lumen och infiltrerat i lamina propria. I de Peyerska plackerna i ileum hade lymfoida celler ersatts med infiltrat av makrofager. Riklig växt av *S. Typhimurium* återfanns i tunntarmen. Diagnosen blev pyogranulomatös nekrotiserande enterit och pyogranulomatös lymfadenit vilket överensstämmer med fatal enterisk salmonellos. Dessa fynd konstaterades också hos en kattunge i Storbritannien som dog av enterisk salmonellos (Philbey *et al.*, 2009).

Philbey *et al.* (2009) karakteriserade isolat av salmonella från brittiska katter mellan åren 1955-2007. *Salmonella* spp. hade isolerats från faeces, lever, tunntarm, mesenterialymfknotor, lungor och mjälte. Större delen av isolaten var från katter med diarré men vissa var från katter utan kliniska symptom.

Salmonella Typhimurium

S. Typhimurium isoleras ofta från många olika ryggradsdjur med eller utan kliniska symptom och liksom *S. Enteritidis* är det en av de serotyper som visar minst värdanpassning (Libby *et al.*, 2004). De serotyper som inte är lika värdanpassade associeras ofta med enterisk sjukdom, framför allt hos unga djur (Libby *et al.*, 2004). Däremot kan vissa fagtyper av *S. Typhimurium* ha ett mycket smalt värdspektrum (Rabsch *et al.*, 2002).

Flera studier har visat att fagtyperna DT40 och DT56 dominerar hos småfåglar (Refsum *et al.*, 2002; Lawson *et al.*, 2010, 2011). Pennycott *et al.* (2006) visade att andra fagtyper dominerar hos andra fåglar. *S. Typhimurium* DT2 och DT99 isolerades från duvor medan *S. Typhimurium* DT41 och DT195 hittades hos måsar.

Även igelkottar har visat sig vara bärare av *S. Typhimurium*. Efter utbrott av salmonella hos människor på flera platser i Norge undersöktes avföringsprov från igelkottar och det visade sig att isolaten från igelkottarna på de olika platserna var identiska. Studien visade också att igelkottar fångade runt utfodringsplatser i högre grad var bärare av *Salmonella* spp. jämfört med de som fångades någon annanstans. (Handeland *et al.*, 2002)

Rovfåglar och måsar har visat sig kunna bära på flera olika salmonella-serotyper (Quessy & Messier, 1992; Reche *et al.*, 2003). Det tyder på att de förvärvat infektion från flera olika källor vilket kan bero på hur de söker föda (Tizard, 2004).

DISKUSSION

De mest signifikanta utbrotten av salmonellos hos vilda fåglar sker hos småfåglar och prevalensen verkar ha ökat de senaste årtiondena. Flera studier har visat att utbrotten hos småfåglar orsakas av *S. Typhimurium* (Refsum *et al.*, 2003; Hughes *et al.*, 2008; Pennycott *et al.*, 2010; Giovannini *et al.*, 2013). Studier har visat att prevalensen av salmonella hos småfåglar är låg men att det finns friska fåglar som bär på bakterien (Tizard *et al.*, 1979; Tizard, 2004). Det kan leda till utbrott av salmonellos hos småfåglar framför allt när de samlas i stora mängder på ett avgränsat område t.ex. runt fågelbord. Ökningen av salmonellautbrott har satts i samband med en ökad matning av fåglar. I naturen flyger fåglar iväg från platser där de släpper sin avföring men den smittskyddsmässiga fördelen förloras när de återvänder till fågelbord. Fågelborden kan bli så kontaminerade med infekterad avföring att *Salmonella* spp. kan växa till signifikanta nivåer. Tizard (2004) framhåller dock att det är svårt att bevisa att ökningen av utbrott sker p.g.a. att vi matar fåglarna eftersom det är lättare att observera mortalitet och morbiditet runt fågelborden än ute i naturen. En faktor som jag tycker talar för att utbrotten beror på fåglarnas ansamling runt fågelbord är att *S. Typhimurium* hittats hos igelkottar i Norge där förekomsten var högre hos de igelkottar som infångades runt platser där de blev matade av allmänheten.

I flera studier har *S. Typhimurium* DT40 och DT56 isolerats från sjuka småfåglar (Daoust *et al.*, 2000; Refsum *et al.*, 2002; Pennycott *et al.*, 2010; Lawson *et al.*, 2011) vilket talar för att de är fagtyper anpassade till vissa fågelarter med en vid geografisk utbredning (Rabsch *et al.*, 2002). Duvor och måsar har visat sig bära på andra fagtyper av *S. Typhimurium*, DT2 och DT99 respektive DT41 och DT195 (Pennycott *et al.*, 2006) vilket stödjer hypotesen att vissa varianter av *S. Typhimurium* är värdanpassade. Hur värdanpassningen uppkommit är dock inte helt klarlagt. Rabsch *et al.* (2002) föreslår att det skett en överföring av värdspecifika virulensfaktorer mellan fagtyperna vilket gett en anpassning till olika värdar men det finns inga studier som stödjer hypotesen. Fler studier skulle behövas för att utesluta att det inte är en slump vilka fagtyper som finns hos vissa arter. Det kan också vara så att vissa fagtyper cirkulerar i vissa områden och att de fåglar som lever där fångar upp dem och att de sedan hålls inom den populationen.

Andra fågelarter som rovfåglar och måsar har visat sig bära på många olika *Salmonella* serotyper vilket troligtvis beror på att de äter föda från flera olika källor, både andra djur och avfall från människor (Quessy & Messier, 1992; Reche *et al.*, 2003). Småfåglar som äter en mer ensidig kost, t.ex. frön, har troligen svårare att plocka upp flera serotyper.

Vissa arter av småfåglar verkar vara mer drabbade än andra t.ex. gråsparvar och grönfinkar. Refsum *et al.* (2003) tror att variationen i sjukdom och infektionsgrad hos olika arter dels beror på hur vanlig arten är men också på variationer i artkänslighet eller p.g.a. skillnad i grad av exponering relaterat till artekologi såsom sociala interaktioner, dominans, hierarkier eller födobeteende. Grönfinkar och gråsparvar är flocklevande arter, speciellt under

vintermånaderna, och författarna menar att samling i grupp gynnar horisontell överföring av sjukdomen genom mycket kontakt och större möjlighet för fekal-oral smitta. Finkar är de fåglar som oftast rapporteras med salmonellos och deras födobeteende verkar vara en förklaring till ökad risk för infektion eftersom de i högre grad kommer i kontakt med infekterade skal än t.ex. mesar. Lawson *et al.* (2010) har pekat ut grönfinkar som en trolig källa till att upprätthålla infektion i småfågelpopulationen i flera länder med hypotesen att bakterien amplifieras i grönfinkar för att sedan spilla över på andra arter som lever i samma område. Vilken typ av föda som läggs ut borde också ha betydelse beroende på vilka arter det drar till sig men det har jag inte hittat några studier på. Det finns även hypoteser om att vissa arter är mer resistenta mot *Salmonella* spp. men det krävs mer studier för att undersöka hur det förhåller sig.

Refsum *et al.* (2003) tror att säsongsvariationen av salmonellainfektion med flest fall hos småfåglar under vintern också skulle kunna förklaras av att det är då allmänheten matar fåglar. Dels samlas fåglarna på ett ställe vilket underlättar smittspridning men de kan också betraktas på nära håll vilket gör att mortaliteten är lättare att notera. Giovannini *et al.* (2013) framhåller att det hårdare klimatet under vintern troligen är en bidragande faktor till sjukdomsutbrotten då det gör fåglarna svagare och mer känsliga för infektion samt att mycket snö gör det svårare för fåglarna att hitta mat. Vintern 2009-2010, då småfåglar dog av salmonellos i Schweiz, var enligt meteorologer en av de kallaste vintrarna som uppmätts i landet (Giovannini *et al.*, 2013). Refsum *et al.* (2003) diskuterar också att de flesta fåglar lever utspridda under sommaren vilket minskar möjligheten för överföring av *Salmonella* spp. mellan fåglar vilket kan vara en anledning till att färre utbrott ses då. På somrarna är fåglarna också i bättre kondition pga. tillgängligheten på näringsrik föda vilket förmodligen gör dem mindre känsliga för infektion. Daoust *et al.* (2000) har dock rapporterat om sporadiska och epizootiska fall av fatal salmonellos under sommaren. Baserat på de studier jag läst är det svårt att säga om den högre dödligheten på vintern beror på att fler fåglar ansamlas runt fågelbord då eller om stressorer som kyla påverkar. Troligen är det en kombination av dessa. Pennycott *et al.* (2010) diskuterar att det kan vara bra att veta när det är störst risk för fåglarna att insjukna för att kunna sätta in åtgärder såsom ökad hygien vid fågelborden eller minska mängden mat till fåglarna. Författarna menar att mindre mat gör att färre fåglar kommer dit vilket minskar risken för ansamling av kontaminerad avföring. De säger också att det kan vara bra att undvika att mata fåglarna under vår och sommar då de har tillgång på annan föda vilket även det skulle minska infektionstrycket.

De lesioner som framför allt förknippas med salmonellos hos småfåglar är ingluvit och esophagit (Refsum *et al.*, 2003; Giovannini *et al.*, 2013). Dock är det inte klarlagt om krävan och esophagus är predilektionsställen för salmonellabakterien eller om organen påverkas sekundärt. De histologiska fynd som Refsum *et al.* (2003) fann där nekrosen var mer utbredd i krävan och esophagus än i tarmen skulle kunna tyda på att krävan och esophagus är predilektionsställen. Connolly *et al.* (2006) hittade dock bara en fågel med lesioner i krävan trots att bakterien inokulerades här vilket talar emot detta. Daoust *et al.* (2000) framhåller att det skulle vara användbart att göra fler studier inom området för att få mer kunskap om salmonella hos småfåglar. Författarna menar att det skulle vara användbart att ta reda på om krävan och esophagus är organ där bakterien kan vistas i latent form och orsaka sjukdom om värdens försvarsmekanismer försämras eller om de påverkas först för att det är den första

platsen som utsätts för lång kontakt med kontaminerad föda. Alternativt om det är den plats där bakterien helst växer efter bakteremi utgående från annan plats i kroppen.

Sjuka och försvagade småfåglar är ett lätt byte för katter (Tauni & Österlund, 2000; Grant *et al.*, 2007). Flera studier har jämfört *S. Typhimurium* isolat från katter och småfåglar där samma fagtyp hittats (framför allt DT 40) och som även visat sig vara genetiskt lika (Refsum *et al.*, 2002; Giovannini *et al.*, 2013). Detta tillsammans med observationer av katter som fångat och ätit småfåglar innan de blivit sjuka utgör starka indikationer på att småfåglar utgör en smittkälla för katter. Klinisk salmonellos är dock ovanligt hos katter men ändå blir de sjuka när de ätit småfåglar. Tauni & Österlund (2000) tror att doserna av *S. Typhimurium* som uppkommer hos småfåglar som samlas runt fågelbord blir så höga att de leder till sjukdom hos katter. Katterna i studien av Taylor *et al.* (2010) blev dock inte kliniskt sjuka även om de bar på bakterien. Vad det berodde på togs inte upp i artikeln men det skulle kunna bero på att smittrycket inte hade byggts upp tillräckligt för att komma upp i den infektionsdos som katterna blir sjuka av. Om det är en hög dos av *S. Typhimurium* som är orsaken till att katterna blir sjuka eller om det beror på att just de fagtyper som finns hos småfåglar har någon viss virulensfaktor som kan orsaka sjukdom hos katt har jag dock inte hittat några studier om.

Baserat på de kliniska symptom och de patologiska och histologiska fynd som registrerats hos småfåglar och katter i olika studier verkar katter infekterade med *S. Typhimurium* insjukna i gastroenterit medan fåglar oftare utvecklar systemisk sjukdom. Hughes *et al.* (2008) fann i sin studie att alla isolat av *S. Typhimurium* från småfåglar som testades in vitro kunde invadera, överleva och i de flesta fall replikera i aviära makrofager vilket ger dem potential att orsaka systemisk infektion hos fåglar. Enligt Libby *et al.* (2004) associeras ofta mindre värdanpassade serotyper med enterisk sjukdom. De fagtyper som hittats hos katter anses vara värdanpassade till småfåglar vilket skulle kunna vara en förklaring till att de inte orsakar systemisk sjukdom hos katterna. Det är dock oklart hur bakterien skulle bete sig i felina makrofager eftersom detta inte studerats.

Vissa år då det setts en ökning av salmonellos hos katter har det även varit en ökning i antal småfåglar (Tauni & Österlund, 2000; Giovannini *et al.*, 2013). Olika förhållanden olika år ger mer eller mindre mat så fler eller färre fåglar kan överleva. Tauni & Österlund (2000) menar att om fler fåglar överlever hösten och vintern samlas fler fåglar runt fågelborden. Bärare av *Salmonella* spp. kan då sprida infektionen till fler fåglar så det blir ett ökat smittryck och fler småfåglar insjuknar. Det resulterar i att katter kan fånga fler infekterade fåglar och fler katter blir sjuka. Det år utbrottet i Värmland skedde hade det t.ex. varit en utebliven skörd av lin vilket blev en födokälla för småfåglar under hösten vilket gjorde att ett större antal överlevde till vintern (Tauni & Österlund, 2000).

Enligt Horton *et al.* (2013) verkar fåglar utgöra en smittkälla för *Salmonella* spp. även för andra husdjur än katt. Det togs inte upp vidare i detta arbete men det skulle vara intressant att undersöka.

Baserat på de artiklar jag läst verkar det finnas ett samband mellan salmonellos hos småfåglar och deras ansamling runt fågelbord. De fagtyper av *S. Typhimurium* som cirkulerar hos

småfåglar är förmodligen värddanpassade och kan orsaka systemisk sjukdom. Jag skulle också säga att det finns bevis för att katter kan drabbas av salmonellos genom att fånga och äta sjuka småfåglar. Om sjukdom uppkommer hos katter pga. virulensfaktorer hos de fågarter som finns hos småfåglar eller om det blir en hög infektionsdos för att fåglarna sprider till varandra behövs det dock fler studier om. Det finns även ett samband mellan ett ökat antal småfåglar och salmonellos hos katter. Så om man matar fåglar kan det vara viktigt att tänka på att ha bra hygien på och runt fågelborden, vilken mat man väljer, hur mycket mat man ger och hur man ger den, för att eventuellt kunna minska smittrycket och på så sätt minska sjukdom både hos småfåglar och katter. Att begränsa katternas åtkomst till fågelborden kan också vara värt att tänka på för att minska katternas exponering för smitta. Antingen genom att placera fågelbordet på en plats i trädgården dit katterna sällan går eller genom att på något sätt avgränsa området runt fågelbordet. Salmonella är en zoonos och det är förmodligen en större risk att människor smittas av sin sjuka katt än av småfåglarna i trädgården.

REFERENSLISTA

- Barrs, V.R., Swinney, G.R., Martin, P., Nicoll, R.G. (1999). Concurrent *Aelurostrongylus abstrusus* infection and salmonellosis in a kitten. *Australian Veterinary Journal*, 77: 229-232.
- Bäumler, A.J., Tsolis, R.M., Heffron, F. (2000). Virulence mechanisms of *Salmonella* and their genetic basis. I: Wray, C. & Wray, A. (red), *Salmonella in Domestic Animals*. Oxon, CABI Publishing, 57-72.
- Bhaiyat, M.I., Hariharan, H., Chikweto, A., Brathwaite-Sylvester, E., Burnett, P.J.A., Matthew, V., Oliveira, S., Johnson, C. (2009). Concurrent lymphosarcoma and *Salmonella enteritidis* infection in a cat: a case report. *Veterinarni Medicina*, 54: 451-454.
- Carter, M.E., Quinn, P.J. (2000). *Salmonella* infections in dogs and cats. I: Wray, C. & Wray, A. (red), *Salmonella in Domestic Animals*. Oxon, CABI Publishing, 231- 244.
- Connolly, J.H., Alley, M.R., Dutton, G.J., Rogers, L.E. (2006). Infectivity and persistence of an outbreak strain of *Salmonella enterica* serotype Typhimurium DT160 for house sparrows (*Passer domesticus*) in New Zealand. *New Zealand Veterinary Journal*, 54: 329-332.
- Daoust, P.Y., Busby, D.G., Ferns, L., Goltz, J., McBurney, S., Poppe, C., Whitney, H. (2000). Salmonellosis in songbirds in the Canadian Atlantic provinces during winter-summer 1997-98. *Canadian Veterinary Journal*, 41: 54-59.
- Galán, J.E. (2001). Salmonella interactions with host cells: Type III Secretion at work. *Annual Review of Cell and Developmental Biology*, 17:53-86.
- Giovannini, S., Pewsner, M., Hussy, D., Hachler, H., Degiorgis, M.P.R., von Hirschheydt, J., Origgi, F. C. (2013). Epidemic of salmonellosis in passerine birds in Switzerland with spillover to domestic cats. *Veterinary Pathology*, 50: 597-606.
- Grant, D., Todd, P.A., Pennycott, T. (2007). Monitoring wild greenfinch (*Carduelis chloris*) for *Salmonella enterica* Typhimurium. *Ecological Research*, 22: 571-574.

- Handeland, K., Refsum, T., Johansen, B.S., Holstad, G., Knutsen, G., Solberg, I., Schulze, J., Kapperud, G. (2002). Prevalence of *Salmonella* Typhimurium infection in Norwegian hedgehog populations associated with two human disease outbreaks. *Epidemiology and Infection*, 128: 523-527.
- Hensel, M. (2004). Evolution of pathogenicity islands of *Salmonella enterica*. *International Journal of Medical Microbiology* 294: 95–102
- Hernandez, S.M., Keel, K., Sanchez, S., Trees, E., Gerner-Smidt, P., Adams, J.K., Cheng, Y., Ray, A., Martin, G., Presotto, A., Ruder, M.G., Brown, J., Blehert, D.S., Cottrell, W., Maurer, J.J. (2012). Epidemiology of a *Salmonella enterica* subsp *enterica* serovar Typhimurium strain associated with a songbird outbreak. *Applied and Environmental Microbiology*, 78: 7290-7298.
- Hill, S.L., Cheney, J.M., Taton-Allen, G.F., Reif, J.S., Bruns, C., Lappin, M.R. (2000). Prevalence of enteric zoonotic organisms in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 216: 687-692.
- Horton, R. A., Wu, G., Speed, K., Kidd, S., Davies, R., Coldham, N.G., Duffl, J. P. (2013). Wild birds carry similar *Salmonella enterica* serovar Typhimurium strains to those found in domestic animals and livestock. *Research in Veterinary Science*, 95: 45-48.
- Jones, Y.E., McLaren, I.M, Wray, C. (2000). Laboratory aspects of *Salmonella*. I: Wray, C. & Wray, A. (red), *Salmonella in Domestic Animals*. Oxon, CABI Publishing, 393-405
- Lawson, B., Howard, T., Kirkwood, J.K., Macgregor, S.K., Perkins, M., Robinson, R.A., Ward, L.R., Cunningham, A.A. (2010). Epidemiology of salmonellosis in garden birds in England and Wales, 1993 to 2003. *Ecohealth*, 7: 294-306.
- Lawson, B., Hughes, L.A., Peters, T., de Pinna, E., John, S.K., Macgregor, S.K., Cunningham, A.A. Pulsed-field gel electrophoresis supports the presence of host-adapted *Salmonella enterica* subsp *enterica* serovar Typhimurium strains in the British garden bird population. (2011). *Applied and Environmental Microbiology*, 77: 8139-8144.
- Libby, S.J., Halsey, T.A., Altier, C., Potter, J., Gyles, C.L. (2004). *Salmonella*. I: Gyles, C.L., Prescott, J.F., Songer, J.G., Thoen, C.O. (red), *Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals*. 3. Ames, Blackwell Publishing, 143-167.
- Marcus, S.L., Brumell, J.H., Pfeifer, C.G., Finlay, B.B. (2000). *Salmonella* pathogenicity islands: big virulence in small packages. *Microbes and infection*, 2: 145-156.
- Pennycott, T.W., Mather, H.A., Bennett, G., Foster, G. (2010). Salmonellosis in garden birds in Scotland, 1995 to 2008: geographic region, *Salmonella enterica* phage type and bird species. *Veterinary record*, 166: 419-421.
- Pennycott, T.W, Park, A., Mather, H.A. (2006). Isolation of different serovars of *Salmonella enterica* from wild birds in Great Britain between 1995 and 2003. *Veterinary record*, 158: 817-820.
- Philbey, A.W., Brown, F.M., Mather, H.A., Coia, J.E., Taylor, D.J. (2009). Salmonellosis in cats in the United Kingdom: 1955 to 2007. *Veterinary record*, 164: 120-122.

- Philbey, A.W., Mather, H.A., Taylor, D.J., Coia, J.E. (2008). Isolation of avian strains of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium from cats with enteric disease in the United Kingdom. *The Veterinary Record*, 162: 120-122.
- Polpakdee, A., Angkititrakul, S., Suksawat, F., Sparagano, O., Kanistanon, K. (2012). Epidemiology and antimicrobial resistance of *Salmonella* spp. isolated from dogs and cats in northeastern Thailand. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 11: 618-621.
- Quessy, S., Messier, S. (1992). Prevalence of *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp. and *Listeria* spp. in ring-billed gulls (*Larus Delawarensis*). *Journal of Wildlife Diseases*, 28: 526-531.
- Quinn, P.J., Markey, B.K., Leonard, F.C., FitzPatrick, E.S., Fanning, S., Hartigan, P.J. (2011). Enterobacteriaceae. I. *Veterinary Microbiology and Microbial Disease*. 2. Chichester: Wiley-Blackwell, 263-286.
- Rabsch, W., Andrews, H.L., Kingsley, R.A., Prager, R., Tschäpe, H., Adams, L.G., Bäumler, A.J. (2002). *Salmonella enterica* serotype Typhimurium and its host-adapted variants. *Infection and immunity*, 70: 2249-2255.
- Reche, M.P., Jiménez, P.A., Alvarez, F., García De Los Ríos, J.E., Rojas, A.M., De Pedro, P. (2003). Incidence of salmonellae in captive and wild free-living raptorial birds in central Spain. *Journal of Veterinary Medicine*, 50: 42-44.
- Refsum, T., Handeland, K., Baggesen, D.L., Holstad, G., Kapperud, G. (2002). Salmonellae in avian wildlife in Norway from 1969-2000. *Applied and environmental microbiology*, 68: 5595-5599.
- Refsum, T., Heir, E., Kapperud, G., Vardund, T., Holstad, G. (2002). Molecular epidemiology of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium isolates determined by pulsed-field gel electrophoresis: Comparison of isolates from avian wildlife, domestic animals, and the environment in Norway. *Applied and Environmental Microbiology*, 68: 5600-5606.
- Refsum, T., Vikoren, T., Handeland, K., Kapperud, G., Holstad, G. (2003). Epidemiologic and pathologic aspects of *Salmonella* Typhimurium infection in passerine birds in Norway. *Journal of Wildlife disease*, 39: 64-72.
- Tauni, M.A., Österlund, A. (2000). Outbreak of *Salmonella* Typhimurium in cats and humans associated with infection in wild birds. *Journal of Small Animal Practice*, 41: 339-341.
- Taylor, D.J., Philbey, A.W. (2010). Salmonella infection in garden birds and cats in a domestic environment. *Veterinary record*, 167: 26-28.
- Thorns, C. J., Woodward, M. J. (2000). Fimbriae of *Salmonella*. I: Wray, C. & Wray, A. (red), *Salmonella in Domestic Animals*. Oxon, CABI Publishing, 35-55.
- Tizard, I. (2004). Salmonellosis in wild birds. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, 13: 50-66.
- Tizard, I., Fish, N.A., Harmeson, J. (1979). Free flying sparrows as carriers of salmonellosis. *Canadian Veterinary Journal-Revue Veterinaire Canadienne*, 20: 143-144.
- VetBact (2013-12-05) *Salmonella enterica*

<http://www.vetbact.org/vetbact/index.php?artid=210&vbsearchstring=Salmonella> [2015-02-22]

